

Docket No. 241783US90/hyc



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Kouki HAYASHI, et al.

GAU:

SERIAL NO: 10/644,912

EXAMINER:

FILED: August 21, 2003

FOR: A ROBOT REMOTE MANIPULATION SYSTEM AND REMOTE MANIPULATION DEVICE

**REQUEST FOR PRIORITY**

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.

☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY

APPLICATION NUMBER

MONTH/DAY/YEAR

JAPAN

2002-241075

August 21, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

☒ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

☐ were filed in prior application Serial No. filed

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number

Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and

☐ (B) Application Serial No.(s)

☐ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Masayasu Mori

Registration No. 47,301  
Joseph A. Scafetta, Jr.  
Registration No. 26,803

Customer Number

**22850**

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年   8 月 2 1 日  
Date of Application:

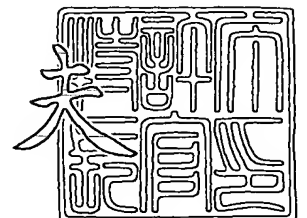
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 4 1 0 7 5  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 2 4 1 0 7 5 ]

出 願 人            株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   8 月   6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 ND14-0227

【提出日】 平成14年 8月21日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H04B 7/26

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

【氏名】 林 宏樹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

【氏名】 平岩 明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

【氏名】 真鍋 宏幸

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

【氏名】 忍頂寺 毅

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

【氏名】 杉村 利明

【特許出願人】

【識別番号】 392026693

【氏名又は名称】 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

## 【代理人】

【識別番号】 100070150

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 伊東 忠彦

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002989

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 二足歩行ロボットの遠隔操作システム及び遠隔操作装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 二足歩行ロボットを遠隔操作する遠隔操作装置と、前記遠隔操作装置からのデータに基づいて制御される二足歩行ロボットとを有するロボット遠隔操作システムであって、

前記遠隔操作装置と前記二足歩行ロボットとが通信網を介して接続され、

前記遠隔操作装置は、前記二足歩行ロボットの左右の脚部をそれぞれ移動させるための動力を与える左右一对の機械的回転機構と、

前記左右一对の機械的回転機構の操作によって得られる左右それぞれの機械的回転機構の移動量に相当するデータを前記二足歩行ロボットの制御データとして前記二足歩行ロボットに送信するロボット遠隔操作手段とを備え、

前記二足歩行ロボットは、前記遠隔操作装置から送信されてくる前記制御データを受信する制御データ受信手段と、前記制御データを処理して直進移動又は後進移動を行なう下肢動作制御手段とを備えたことを特徴とするロボット遠隔操作システム。

【請求項 2】 請求項 1 記載のロボット遠隔操作システムであって、

前記ロボット遠隔操作手段は、前記制御データに含まれる前記左右それぞれの機械的回転機構の移動量に基づいて、左右両脚部の駆動動作を行なわせて歩幅を制御することを特徴とするロボット遠隔操作システム。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載のロボット遠隔操作システムであって、

前記ロボット遠隔操作手段は、前記制御データに含まれる前記左右それぞれの機械的回転機構の移動量の関係に基づいて、左右両脚部の駆動動作を行なわせて左方又は右方への旋回動作を行なわせることを特徴とするロボット遠隔操作システム。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 いずれか記載のロボット遠隔操作システムであって、

前記二足歩行ロボットは、傾斜センサと、

その傾斜センサで検出された情報により該二足歩行ロボットの脚部にかかる力

を算出し、その算出結果を示すデータを力覚データとして前記遠隔操作装置に送信する力覚データ送信手段とを備え、

前記遠隔操作装置は、前記力覚データ送信手段から送信されてきた力覚データに基づいて、前記左右それぞれの機械的回転機構を一定方向に回転駆動させるモータの出力を制御して該左右それぞれの機械的回転機構の滑り具合を調整する粘性調整手段を備えたことを特徴とするロボット遠隔操作システム。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 いずれか記載のロボット遠隔操作システムであって、

前記遠隔操作装置は、前記左右それぞれの機械的回転機構として回転ベルト機構を搭載したトレッドミル又はローラ機構を備えたことを特徴とするロボット遠隔操作システム。

【請求項 6】 請求項 1 乃至 5 いずれか記載のロボット遠隔操作システムであって、

前記遠隔操作装置は、前記二足歩行ロボットに搭載された撮影装置の出力である映像信号を受信してモニタ画面に表示する表示手段をさらに備えたことを特徴とするロボット遠隔操作システム。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 5 いずれか記載のロボット遠隔操作システムであって、

前記通信網は、公衆網、移動通信網、無線 LAN 網、IP 網の少なくとも 1 つであることを特徴とするロボット遠隔操作システム。

【請求項 8】 二足歩行ロボットを遠隔操作する遠隔操作装置であって、

前記二足歩行ロボットと通信網を介して接続され、

前記二足歩行ロボットの左右の脚部をそれぞれ移動させるための動力を与える左右一対の機械的回転機構と、

前記左右一対の機械的回転機構の操作によって得られる左右それぞれの機械的回転機構の移動量に相当するデータを前記二足歩行ロボットの制御データとして前記二足歩行ロボットに送信するロボット遠隔操作手段とを備えたことを特徴とする遠隔操作装置。

【請求項 9】 請求項 8 記載の遠隔操作装置であって、

前記ロボット遠隔操作手段は、前記制御データに含まれる前記左右それぞれの機械的回転機構の移動量に基づいて、左右両脚部の駆動動作を行なわせて歩幅を制御することを特徴とする遠隔操作装置。

【請求項 10】請求項 8 又は 9 記載の遠隔操作装置であって、

前記ロボット遠隔操作手段は、前記制御データに含まれる前記左右それぞれの機械的回転機構の移動量の関係に基づいて、左右両脚部の駆動動作を行なわせて左方又は右方への旋回動作を行なわせることを特徴とする遠隔操作装置。

【請求項 11】請求項 8 乃至 10 いずれか記載の遠隔操作装置であって、

前記二足歩行ロボットに備えられた傾斜センサで検出された情報により求められる該二足歩行ロボットの脚部にかかる力を示す力覚データを通信網を通じて該二足歩行ロボットから受信した際に、受信した前記力覚データに基づいて、前記左右それぞれの機械的回転機構を一定方向に回転駆動させるモータの出力を制御して該左右それぞれの機械的回転機構の滑り具合を調整する粘性調整手段を備えたことを特徴とする遠隔操作装置。

【請求項 12】請求項 8 乃至 11 いずれか記載の遠隔操作装置であって、

前記左右それぞれの機械的回転機構として回転ベルト機構を搭載したトレッドミル又はローラ機構を備えた遠隔操作装置。

【請求項 13】請求項 8 乃至 12 いずれか記載の遠隔操作装置であって、

前記二足歩行ロボットに搭載された撮影装置の出力である映像信号を受信してモニタ画面に表示する表示手段をさらに備えたことを特徴とする遠隔操作装置。

【請求項 14】請求項 8 乃至 13 いずれか記載の遠隔操作装置が所定の通信網にアクセス可能な携帯電話、デスクトップの通信端末、ノートパソコン、携帯情報端末の少なくとも 1 つであることを特徴とする遠隔操作装置。

【請求項 15】二足歩行ロボットを遠隔操作する遠隔操作装置と、前記遠隔操作装置からのデータに基づいて制御される二足歩行ロボットとを有するロボット遠隔操作システムにおけるロボット遠隔操作方法であって、

前記遠隔操作装置と前記二足歩行ロボットとが通信網を介して接続され、

前記遠隔操作装置は、前記二足歩行ロボットの左右の脚部をそれぞれ移動させるための動力を与える左右一対の機械的回転機構を備え、

前記左右一対の機械的回転機構の操作によって得られる左右それぞれの機械的回転機構の移動量に相当するデータを前記二足歩行ロボットの制御データとして前記二足歩行ロボットに送信し、

前記二足歩行ロボットは、前記遠隔操作装置から送信されてくる前記制御データを受信し、

前記制御データを処理して直進移動又は後進移動を行なうことを特徴とするロボット遠隔操作方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0 0 0 1】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、二足歩行ロボットの遠隔操作システム及び遠隔操作装置に係り、詳しくは、二足歩行ロボットを通信網を介して遠隔操作する二足歩行ロボットの遠隔操作システム及び遠隔操作装置に関する。

#### 【0 0 0 2】

#### 【従来の技術】

従来のロボット遠隔操作方法として、PHS回線を使って遠隔地からコントロールできるtmsuk04(ロボコンマガジンNo. 18, オーム社pp20-23, 2001年)がある。このtmsuk04では、マスタアームを人間が操作することで、スレイブ側のロボットの動きを再現している。また、ジョイスティックを使用したロボットの遠隔操作装置もある。これは棒状のスイッチのようなもの(ジョイスティック)を前後左右に動かすことによって、操舵方向と歩幅、速度をコントロールするものである。

#### 【0 0 0 3】

また、二足歩行のロボット遠隔操作方法としては、コマンドを入力するものや移動する目的地とその経路を入力するものなどがある。

#### 【0 0 0 4】

#### 【発明が解決しようとする課題】

上述した従来の二足歩行ロボットの遠隔操作装置は、一般に、大きなシステムとなっている。また実際に操作するにあたって、各脚体の状態や二足歩行ロボットの脚部に加わる力の状態が直感的に分かり辛く、かつ操作しやすいものとは言



い難いという問題があった。

#### 【 0 0 0 5 】

本発明は、上記のような問題点に鑑みてなされたもので、その課題とするところは、二足歩行ロボットの遠隔操作装置を手軽なものとし、かつ操作する際の二足歩行ロボットの状態を直感的に認識することができる二足歩行ロボットの遠隔操作システム及び遠隔操作装置を提供することである。

#### 【 0 0 0 6 】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明は、請求項 1 に記載されるように、二足歩行ロボットを遠隔操作する遠隔操作装置と、前記遠隔操作装置からのデータに基づいて制御される二足歩行ロボットとを有するロボット遠隔操作システムであって、

前記遠隔操作装置と前記二足歩行ロボットとが通信網を介して接続され、前記遠隔操作装置は、前記二足歩行ロボットの左右の脚部をそれぞれ移動させるための動力を与える左右一対の機械的回転機構と、前記左右一対の機械的回転機構の操作によって得られる左右それぞれの機械的回転機構の移動量に相当するデータを前記二足歩行ロボットの制御データとして前記二足歩行ロボットに送信するロボット遠隔操作手段とを備え、前記二足歩行ロボットは、前記遠隔操作装置から送信されてくる前記制御データを受信する制御データ受信手段と、前記制御データを処理して直進移動又は後進移動を行なう下肢動作制御手段とを備えたことを特徴としている。

#### 【 0 0 0 7 】

また、本発明の請求項 2 は、前記ロボット遠隔操作システムであって、前記ロボット遠隔操作手段は、前記制御データに含まれる前記左右それぞれの機械的回転機構の移動量に基づいて、左右両脚部の駆動動作を行なわせて歩幅を制御することを特徴としている。

#### 【 0 0 0 8 】

また、本発明の請求項 3 は、前記ロボット遠隔操作システムであって、前記ロボット遠隔操作手段は、前記制御データに含まれる前記左右それぞれの機械的回

転機構の移動量の関係に基づいて、左右両脚部の駆動動作を行なわせて左方又は右方への旋回動作を行なわせることを特徴としている。

【0 0 0 9】

また、本発明の請求項 4 は、前記ロボット遠隔操作システムであって、前記二足歩行ロボットは、傾斜センサと、その傾斜センサで検出された情報により該二足歩行ロボットの脚部にかかる力を算出し、その算出結果を示すデータを力覚データとして前記遠隔操作装置に送信する力覚データ送信手段とを備え、前記遠隔操作装置は、前記力覚データ送信手段から送信されてきた力覚データに基づいて、前記左右それぞれの機械的回転機構を一定方向に回転駆動させるモータの出力を制御して該左右それぞれの機械的回転機構の滑り具合を調整する粘性調整手段を備えたことを特徴としている。

【0 0 1 0】

また、本発明の請求項 5 は、前記ロボット遠隔操作システムであって、前記遠隔操作装置は、前記左右それぞれの機械的回転機構として回転ベルト機構を搭載したトレッドミル又はローラ機構を備えたことを特徴としている。

【0 0 1 1】

また、本発明の請求項 6 は、前記ロボット遠隔操作システムであって、前記遠隔操作装置は、前記二足歩行ロボットに搭載された撮影装置の出力である映像信号を受信してモニタ画面に表示する表示手段をさらに備えたことを特徴としている。

【0 0 1 2】

また、本発明の請求項 7 は、前記ロボット遠隔操作システムであって、前記通信網は、公衆網、移動通信網、無線 LAN 網、IP 網の少なくとも 1 つであることを特徴としている。

【0 0 1 3】

上記本発明の構成によれば、遠隔操作装置上に左右一対のトレッドミルを装備し、トレッドミルのベルトに指を接触させて回転させることで人間の歩行を模擬した形で二足歩行ロボットの歩行を遠隔操作できる。これにより、二足歩行のロボットの動きを直感的に認識しながら操作できるようになり、かつ、操作システ

ムを小型化することが可能である。

#### 【0014】

また、二足歩行のロボットの脚部にかかる力をトレッドミルにフィードバックすることで、ディスプレイから得られる視覚情報では、得ることが困難であった二足歩行ロボットの力学的状態(上り坂、下り坂)をリアルに認識することが可能になる。

#### 【0015】

さらに、上記のような二足歩行ロボットの遠隔操作を通信網、例えば、移動通信網を介して行なうことで、リアルタイムでの遠隔操作が可能になるとともに、遠隔操作装置のローミングが可能になるので、二足歩行ロボットの行動範囲が制限されず、移動通信網の利用圏内であればどこまでも自由に遠隔操作することができる。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

#### 【0017】

本発明の実施の一形態に係る二足歩行ロボットの遠隔操作システムは、例えば、図1に示すように構成される。

#### 【0018】

図1において、この遠隔操作システムは、二足歩行ロボット20（以下、ロボットと略記）と、通信網100を介してロボット20を遠隔操作する携帯型の遠隔操作装置10とから構成される。上記遠隔操作装置10は、左右一対の回転ベルト機構を備えるトレッドミル（詳細は後述する）11、CPU（制御部）19からの指令に基づいて上記回転ベルト機構を駆動させるモータの出力を制御するサーボ制御部12、サーボ制御部からの出力をD/A変換するD/A13、上記モータの回転角・速度・方向を検出するためのエンコーダ14、エンコーダの出力パルス数を求めるカウンタ15、ロボットに搭載されたCCDカメラによる視聴覚情報を表示するディスプレイ16、テンキーなどの操作部17、通信網100と接続される基地局（図示省略）と無線通信を行なう無線通信部18、全体の

制御を司るCPU19から構成される。上記ロボット20は、傾き角度を検出する傾斜センサ21、傾斜センサ21で検出された傾き角度からロボット20の脚部の状態を算出するCPU22、CPU22で算出されたロボット20の脚部の状態をデータ処理（以下、データ処理後のデータを「力覚データ」という）して、通信網100と接続される基地局（図示省略）と無線通信する無線通信部23から構成される。

#### 【0019】

図2は、上記遠隔操作装置10の外観図である。

#### 【0020】

図2において、この遠隔操作装置10はディスプレイ16、トレッドミル11、操作部17を示している。同図に示すように、遠隔操作装置10には、左右一对の回転ベルト機構を備えるトレッドミル11が搭載される。本発明では、この搭載された左右一对のトレッドミルの回転ベルト機構を利き手(ここでは右手とする)の人差し指と中指を用いて回転させることで、トレッドミルの左右の移動量を得、その移動量から、ロボットの脚の送りを操作する(図3参照)。

#### 【0021】

上記トレッドミルの構造は、例えば、図4のように構成される。

#### 【0022】

図4において、このトレッドミル11は、回転ベルト機構としてのベルト31、トレッドミルの動きの粘性をコントロールするためのモータ32と、上記ベルト31に巻かれ該ベルト31をモータ駆動により動かすローラ33、トレッドミルの移動量を計測するためのエンコーダ14、操作者の指がトレッドミル11に接触していることを認識するためのスイッチ35からなる。

#### 【0023】

このトレッドミル11は、上記スイッチ35がオンになっている時のみベルトの回転が可能であり、エンコーダ(例:インクリメンタルエンコーダ)14がベルト回転時の回転角の変化分に対して出力したパルス数を計測することでどれ位トレッドミルが移動したか(トレッドミル11の移動量)を確認することができる。なお、インクリメンタルエンコーダの代わりにアブソリュートエンコーダ

を用いることも可能である。その場合、出力される回転角の絶対値がトレッドミル 11 の移動量とみなされる。

#### 【0024】

また、本実施形態では、ロボット 20 が勾配のある坂を上ったり下ったりした場合にトレッドミル 11 のベルト 31 の粘性を重くしたり（ベルト 31 の滑りを悪く）、軽くしたり（ベルト 31 の滑りを良く）する粘性のコントロールが行なわれる。具体的には、ロボット 20 に搭載された傾斜センサ 21 により、ロボット 20 の状態が計測され、その状態計測で、上り坂に差し掛かったと判断されれば、トレッドミル 11 に搭載されたモータ 32 から一定の力を出力してトレッドミル 11 の動きを重たくし、また下り坂に差し掛かったと判断されれば、トレッドミルの動きを軽くすると言ったコントロールをする。この粘性コントロールの処理の詳細については後述する。

#### 【0025】

図 5 は、坂などの勾配のある道をロボット 20 が歩行した際の当該ロボット 20 にかかる力について説明するための図である。

#### 【0026】

図 5 において、傾斜角  $\theta$  の坂にロボット 20 が差し掛かったとき、ロボット 20 の質量を  $M$ 、重力加速度を  $g$  とすると、ロボット 20 の後ろ向きにかかる力は  $M \cdot g \cdot \sin \theta$  で表される。この場合、トレッドミル 11 にはモータ 32 により  $C0 \cdot M \cdot g \cdot \sin \theta$  ( $C0$  は定数) なる力が発生させられ、操作者の指に間接的にロボット 20 にかかる力をフィードバックされる。すなわち、坂の勾配がきつくなれば ( $\theta$  が大きくなる)、トレッドミル 11 のベルト 31 を動かしにくくさせる力がモータ 32 により発生させられ、また下り坂になれば ( $\theta$  が負の値)、トレッドミル 11 のベルト 31 を動かしやすくする力がモータ 32 により発生させられる。なお、上記の力は、トレッドミル 11 のベルト 31 に指が接しているとき（トレッドミルに搭載のスイッチ 35 が押されているとき）のみに発生する。また、上記  $C0 \cdot M \cdot g \cdot \sin \theta$  の力をトレッドミル 11 上に発生させるために、本実施例では、図 6 に示すような電気回路を用いる。

#### 【0027】

図6は、トレッドミル11に力をフィードバックするためのモータ32周辺の電気回路図である。同図において、この電気回路は、スイッチ35に負荷となるモータ32側の可変抵抗 $R_{a40}$ が接続され、この $R_{a40}$ を変化させることで得られる可変抵抗値の出力を電圧変化（指令電圧）としてモータ32に印加することでモータ32の回転速度、すなわちトルク（T）制御を行なう。これにより、坂の傾斜角に応じた $C_0 \cdot M \cdot g \cdot \sin \theta$ （ $C_0$ は定数）なる力がモータ32により発生させられるようになり、トレッドミル11のベルト31の粘性は傾斜角 $\theta$ の坂のロボット20状態が反映されるようになる。

【0028】

上記電気回路上の $R_a$ は、次式（1）のようにして求められる。

【0029】

【数1】

$$Ra = \frac{K}{T}(V - K \cdot \omega) \quad (1)$$

また、上記 $R_a$ は、ある坂道の勾配 $\theta$ のときのトレッドミルの移動量を $\Delta l$ とした場合、次式（2）のように変形される。

【0030】

【数2】

$$Ra = \frac{K}{C_0 \cdot M \cdot g \cdot \sin \theta}(V - C_1 \cdot \Delta l) \quad (2)$$

K：モータの逆起電力定数

$\Delta l$ ：トレッドミルの移動量

$C_0$ 、 $C_1$ ：定数

また、トレッドミル11に力を発生する方法として、図7に示すような方法もある。図7は、トレッドミル11に力をフィードバックする他の方法を示す図で

ある。

### 【0031】

本方法は、同図に示すように、棒状のモジュール35を使い、Fの力でトレッドミル11を押さえつけることで、トレッドミルの粘性をコントロールする方法である。ここで、トレッドミル11と棒状のモジュール35との摩擦係数（物体の滑りやすさ、転がりやすさなど摩擦に対する性質を表す量）を $\mu$ とすると、トレッドミルに $\mu \cdot F$ の力（＝摩擦力）が発生する。従って、 $\mu \cdot F$ が $C_0 \cdot M \cdot g \cdot \sin \theta$ になるように、Fの値を変化させることで、 $C_0 \cdot M \cdot g \cdot \sin \theta$ （ $C_0$ は定数）なる力をトレッドミル11に発生させることができる。

### 【0032】

なお、トレッドミルに力をフィードバックする方法は、上記のような方法に限定されるものでなく、本発明を逸脱しない範囲で様々なフィードバック方法を適用することが可能である。

### 【0033】

次に、図8を用いて、トレッドミル11上における指の移動量とロボット20の脚の送りとの関係について説明する。まず、左のトレッドミル（人差し指で操作）の移動量を $\Delta l_l$ とし、右のトレッドミル（中指で操作）の移動量を $\Delta l_r$ とし、ロボット10の左右の脚の送りをそれぞれ $\Delta L_L$ 、 $\Delta L_R$ とすると、 $\Delta l_l : \Delta l_r = \Delta L_L : \Delta L_R$ という関係が成り立つ。また、ロボット20の両足間の距離をDとする。

### 【0034】

ここで、ロボット20の最小回転半径をRとしたとき、この半径を持つ円の曲率 $\rho$ は次式（3）により得られる。

### 【0035】

【数3】

$$\rho = \frac{1}{R} = \frac{\Delta L_R - \Delta L_L}{\Delta L_R + \Delta L_L} \cdot \frac{2}{D} \quad (3)$$

すなわち、左のトレッドミルの移動量が少なければ左に曲がり、左右のトレッ

ドミルの移動量が等しければ、直進する。また、トレッドミルを逆に送ることにより、二足歩行ロボットは後進する。これにより、二足歩行ロボットの前進、後進、旋回を自由自在に操作することが可能となる。

#### 【 0 0 3 6 】

次に、図 1 に示す遠隔操作システムにおいてロボットの下肢動作を遠隔操作装置により遠隔操作する場合の処理について、図 9 のフローチャートを参照しながら説明する。

#### 【 0 0 3 7 】

図 9 において、ロボット 2 0 と遠隔操作装置 1 0 は通信網 1 0 0 を介して情報のやりとりを行なう。

#### 【 0 0 3 8 】

遠隔操作装置 1 0 のトレッドミル 1 1 上で操作者の指が動かされる（S 1）と、ベルト回転時の回転角の変化分に対して出力したパルス数がエンコーダ 1 4 により計測され、その計測結果が C P U 1 9 に送られる。C P U 1 9 は、エンコーダ 1 4 から受け取った計測結果からトレッドミル 1 1 の移動量を計算（S 2）した後、トレッドミル 1 1 の移動量をロボットの歩幅データに変換（S 3）して、無線通信部 1 8 に送る。無線通信部 1 8 は、この歩幅データに符号化处理、変調処理、周波数変換処理等を施して通信網 1 0 0 と接続される基地局（図示省略）に送信（S 4）する。

#### 【 0 0 3 9 】

上記のようにして遠隔操作装置 1 0 より送信された歩幅データは、通信網 1 0 0 を通じてロボット 2 0 の無線通信部 2 3 で受信される。ロボット 2 0 の無線通信部 2 3 は、遠隔操作装置 1 0 から送信されてきた歩幅データの信号を受信した後、周波数変換、復調処理、復号処理等を施して下肢動作を司るロボット機構に出力する。その後、ロボット 2 0 の脚部は歩幅データに基づいて制御（S 5）される。

#### 【 0 0 4 0 】

なお、上記実施例における遠隔操作装置 1 0 によるロボット 2 0 の遠隔操作は、ロボット 2 0 に搭載された C C D カメラ（図示省略）から送られてきた映像を



ディスプレイ 16 でモニタしながら操作するものとするが、ロボット 20 と操作者が近距離の関係にあれば、ディスプレイ 16 でロボット 20 をモニタしなくても直接ロボットを見ながら操作することも可能である。

#### 【0041】

また、上記実施例では、トレッドミル 11 の移動量からロボットの歩幅に変換する計算を遠隔操作装置 10 内の CPU 19 が担っていたが、本実施形態はこれに限定されない。例えば、遠隔操作装置 10 では、トレッドミル 11 の移動量のデータ送信のみを担い、ロボット 20 内部の CPU 22 がトレッドミル 11 の移動量からロボットの歩幅に変換する計算を行なってもよい。

#### 【0042】

次に、ロボット 20 に搭載された傾斜センサ 21 から得られた情報からトレッドミル 11 の動きの粘性をコントロールするまでの処理の流れを図 10 に示すフローチャートを用いて説明する。

#### 【0043】

図 10 において、ロボット 20 に搭載された傾斜センサ 21 で検出されたロボット 20 の傾き角度 (S11) の情報がロボット脚部の状態として CPU 22 に送られると、CPU 22 は、その傾斜角情報を元にしてロボットの力学的状態を計算 (ロボットの状態が上り坂又は下り坂のいずれにかかっているかを力学的に計算) する (S12) とともに、脚部にかかる力の大きさを計算する (S13)。

CPU 22 での計算結果は、無線通信部 23 に送られ、符号化処理、変調処理、周波数変換処理等が施された後、力覚データとして通信網 100 と接続される基地局 (図示省略) へと送信 (S14) される。

#### 【0044】

上記のようにしてロボット 20 より送信された力覚データは、遠隔操作装置 10 の無線通信部 18 で受信される。無線通信部 18 は、受信した力覚データの信号を周波数変換、復調処理、復号処理を施した後、CPU 19 を介してトレッドミル 11 のモータ 32 に出力 (S15) する。トレッドミル 11 のモータ 32 は、CPU 19 からの指示に基づいて一定の力を出力する。これにより、トレッド

ミル 11 のベルト 31 は、上記ロボット 20 の脚部にかかる力の大きさに相当する粘性をもって回転することとなり、操作者は、ロボット 20 の歩行状態を体感しながらロボット 20 の歩行を制御することができる。

#### 【0045】

また、上記実施例では、ロボット 20 内の CPU 22 がある傾斜角のときの脚部にかかる力の大きさの計算を担っていたが、本実施形態はこれに限定されない。例えば、ロボット 20 では、傾斜センサの出力のみの送信を担い、遠隔操作装置 10 内の CPU 19 が傾斜センサ 21 で検出された傾斜角での脚部にかかる力の大きさを計算する形態であってもよい。

#### 【0046】

##### (第二の実施形態)

上記第一の実施形態では、遠隔操作装置 10 にトレッドミル 11 を搭載した例を示したが、本発明の遠隔操作装置 10 はこれに限定されるものではない。例えば、トレッドミル 11 の代わりに図 11 に示すような左右一対のローラ（例：マウスに装着されるホイール等）50 を搭載し、それを用いて二足歩行ロボットを遠隔操作する形態であってもよい。例えば、図 10 の左側が示すような左右のローラを両手の親指で操作する形態や、同図の右側が示すような片手で操作可能なように左右のローラの間隔を片手で操作可能な程度の間隔に搭載し、右手（利き手）の親指のみで操作する形態を適用することができる。

#### 【0047】

また、上記のようなローラ 50 以外にポータブルオーディオの音量調整等に用いられる歯車機構を左右それぞれに備える形態であってもよい。

#### 【0048】

これまで説明してきた上記遠隔操作装置 10 は、通信網 100、例えば、移動通信網と接続可能な携帯型の移動端末（例：携帯電話等）、ノートパソコン、PDA などモビリティのある端末を用いることができる。また、上記通信網は、移動通信網以外に公衆網、無線 LAN 網、IP 網等のいずれであってもかまわない。その場合、該当する網にアクセス可能な無線通信インターフェースの機能が上記のような携帯型の移動端末に備えられればよい。

**【0049】**

上述したように、本実施形態によれば、携帯型の遠隔操作装置10上に左右一対のトレッドミル11を装備し、トレッドミル11のベルト31に指を接触させて回転させることで人間の歩行を模擬した形でロボット20の歩行を遠隔操作できる。これにより、ロボット20の動きを直感的に認識しながら操作できるようになり、かつ、操作システムを小型化することが可能である。

**【0050】**

また、ロボット20の脚部にかかる力をトレッドミル11にフィードバックすることで、ディスプレイから得られる視覚情報では、得ることが困難であったロボット20の力学的状態(上り坂、下り坂)をリアルに認識することが可能になる。

**【0051】**

さらに、上記のようなロボット20の遠隔操作を通信網100、例えば、移動通信網を介して行なうことで、リアルタイムでの遠隔操作が可能になるとともに、遠隔操作装置20のローミングが可能になるので、ロボット20の行動範囲が制限されず、移動通信網の利用圏内であればどこまででも自由に遠隔操作することができる。

**【0052】**

上記例において、上記遠隔操作装置10の無線通信部18の無線通信機能がロボット遠隔操作手段、トレッドミル11内のモータ32が粘性調整手段に、ディスプレイ16が表示手段に対応する。また、上記ロボット20の無線通信部23の無線通信機能が制御データ受信手段、力覚データ送信手段に、CPU22の脚部動作指令生成機能が下肢動作制御手段に対応する。

**【0053】****【発明の効果】**

以上、説明したように、本願発明によれば、携帯型の遠隔操作装置上に左右一対のトレッドミルを装備し、トレッドミルのベルトに指を接触させて回転させることで人間の歩行を模擬した形で二足歩行ロボットの歩行を遠隔操作できる。これにより、二足歩行のロボットの動きを直感的に認識しながら操作できるように

なり、かつ、操作システムを小型化することが可能である。

【0054】

また、二足歩行のロボットの脚部にかかる力をトレッドミルにフィードバックすることで、ディスプレイから得られる視覚情報では、得ることが困難であった二足歩行ロボットの力学的状態(上り坂、下り坂)をリアルに認識することが可能になる。

【0055】

さらに、上記のような二足歩行ロボットの遠隔操作を通信網、例えば、移動通信網を介して行なうことで、リアルタイムでの遠隔操作が可能になるとともに、遠隔操作装置のローミングが可能になるので、二足歩行ロボットの行動範囲が制限されず、移動通信網の利用圏内であればどこまででも自由に遠隔操作することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の一形態に係る二足歩行ロボットの遠隔操作システムの構成を示す図である。

【図2】

図1に示す遠隔操作装置の外観図である。

【図3】

遠隔操作装置の操作方法イメージ図である。

【図4】

トレッドミルの構造を示す図である。

【図5】

坂道においてロボットにかかる力を示す概略図である。

【図6】

トレッドミルに力をフィードバックするためのモータ周辺の電気回路図である。

【図 7】

トレッドミルに力をフィードバックする他の方法を示す図である。

【図 8】

トレッドミル移動量と二足歩行ロボットの足の送りの関係を示す図である。

【図 9】

図 1 に示す遠隔操作システムにおいてロボットの下肢動作を遠隔操作装置により遠隔操作する場合の処理を示すフローチャートである。

【図 1 0】

ロボットに搭載された傾斜センサから得られた情報トレッドミルの動きの粘性をコントロールするまでの処理の流れを示すフローチャートである。

【図 1 1】

ローラ搭載の遠隔操作装置の概略図である。

【符号の説明】

- 1 0 遠隔操作装置
- 1 1 トレッドミル
- 1 2 サーボ制御部
- 1 3 D/A
- 1 4 エンコーダ
- 1 5 カウンタ
- 1 6 ディスプレイ
- 1 7 操作部
- 1 8、2 3 無線通信部
- 1 9、2 2 C P U
- 2 0 二足歩行ロボット
- 2 1 傾斜センサ
- 3 1 ベルト

3 2 モータ

3 3、5 0 ローラ

3 5 スイッチ

4 0 可変抵抗

4 1 電源

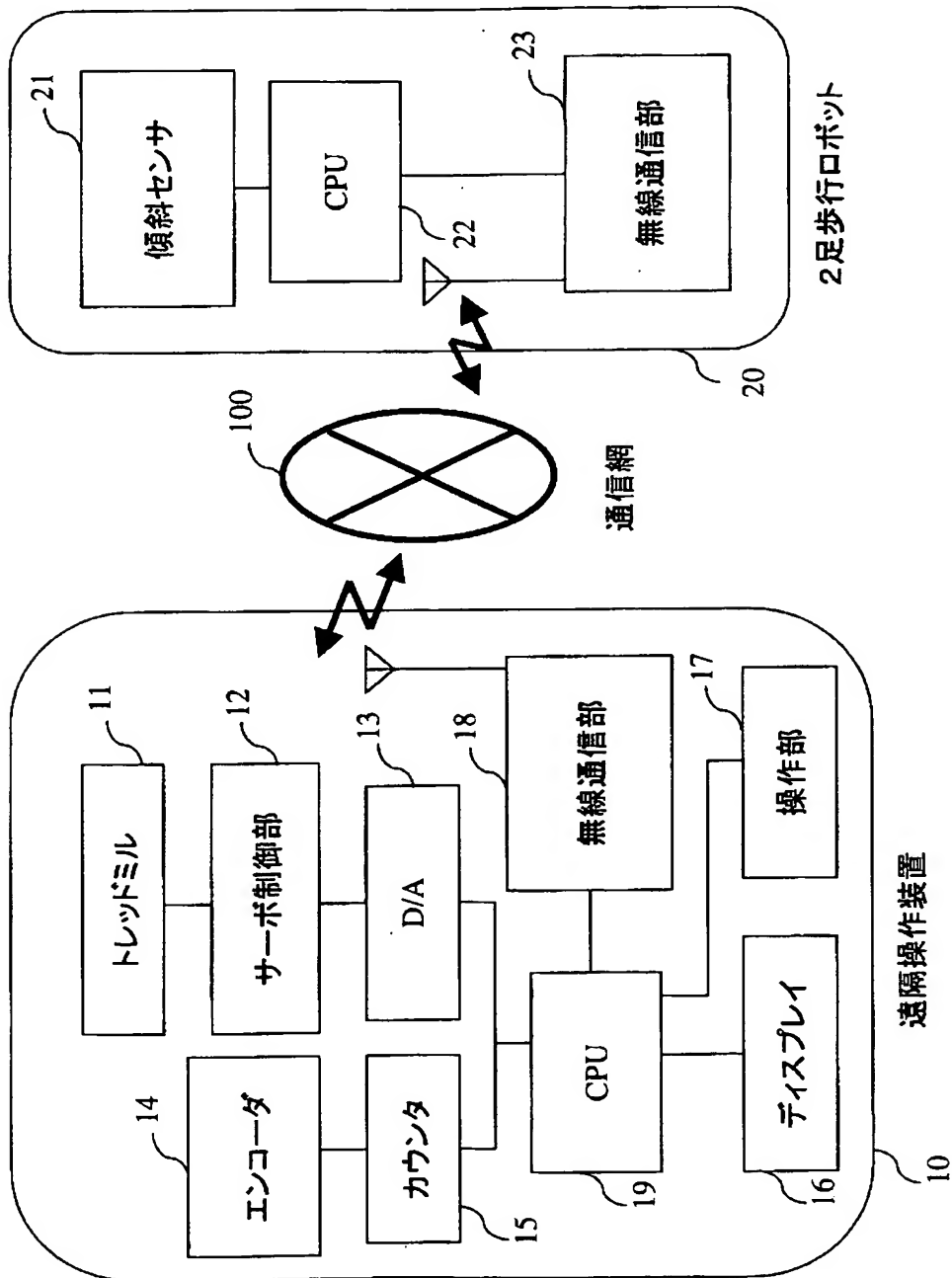
1 0 0 通信網

【書類名】

図面

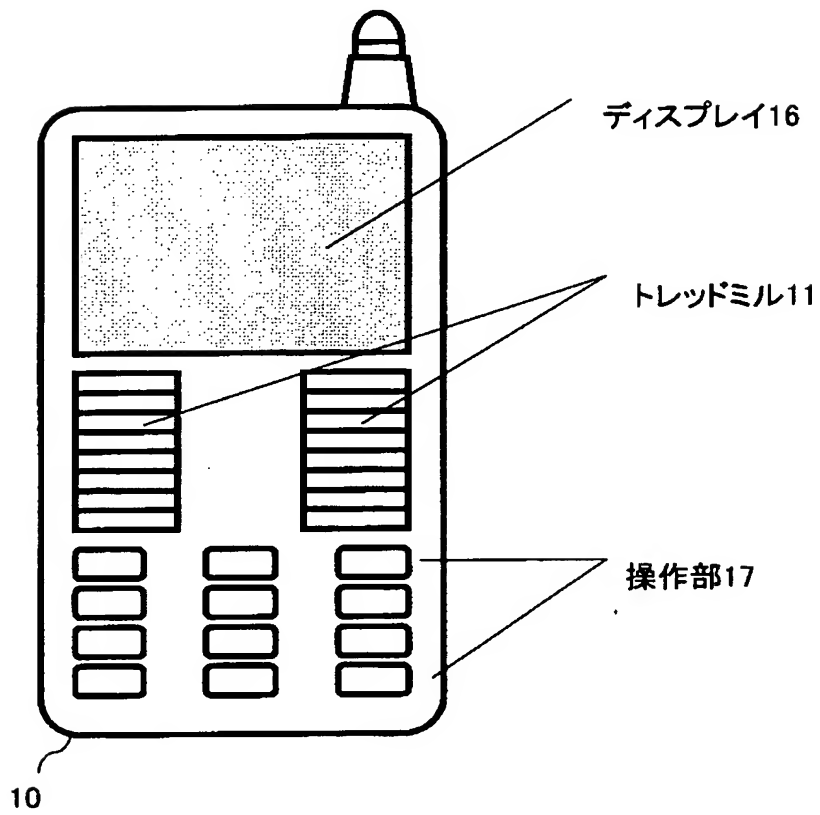
【図 1】

本発明の実施の一形態に係る遠隔操縦システムの構成例



【図 2】

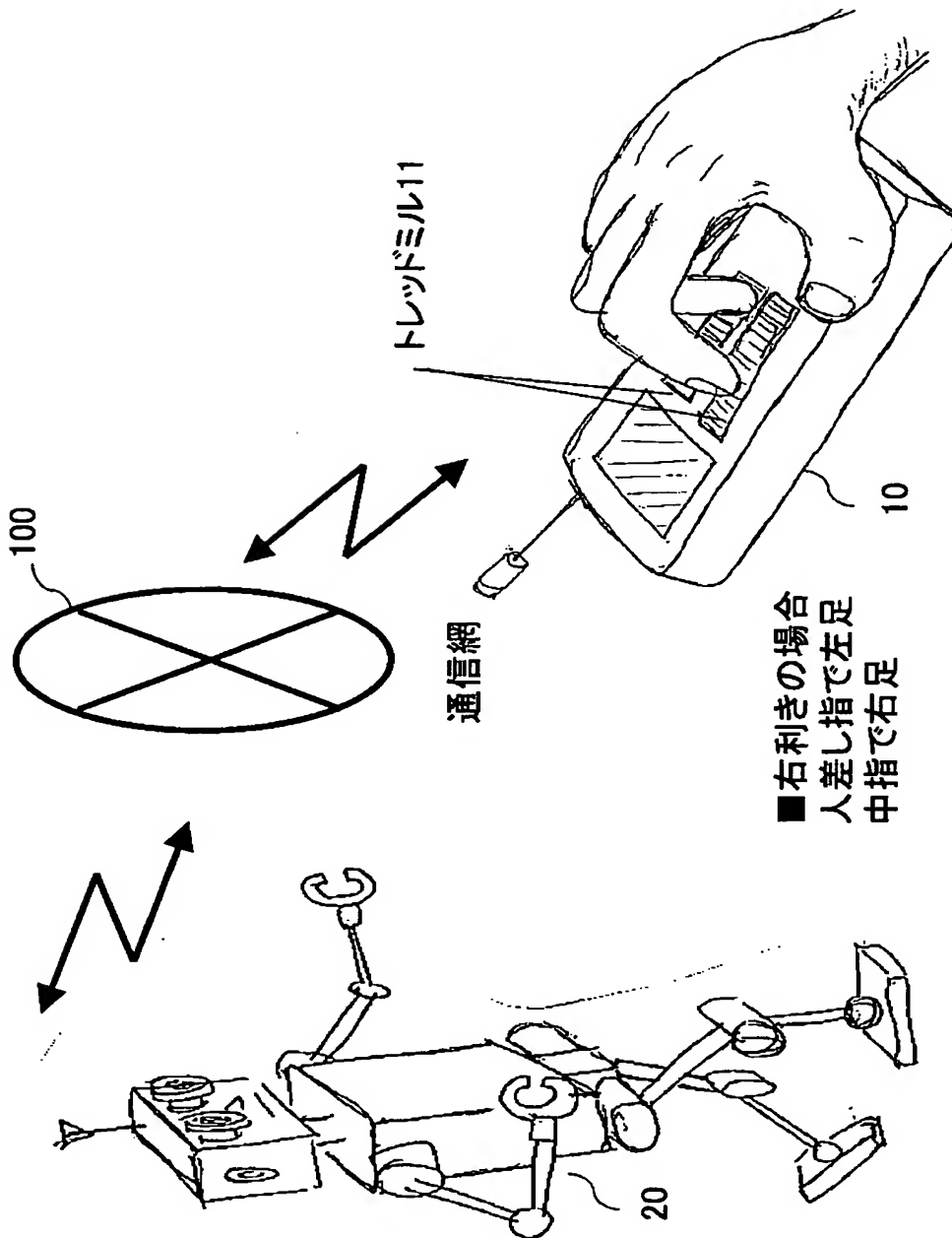
図1に示す遠隔操作装置の外観図





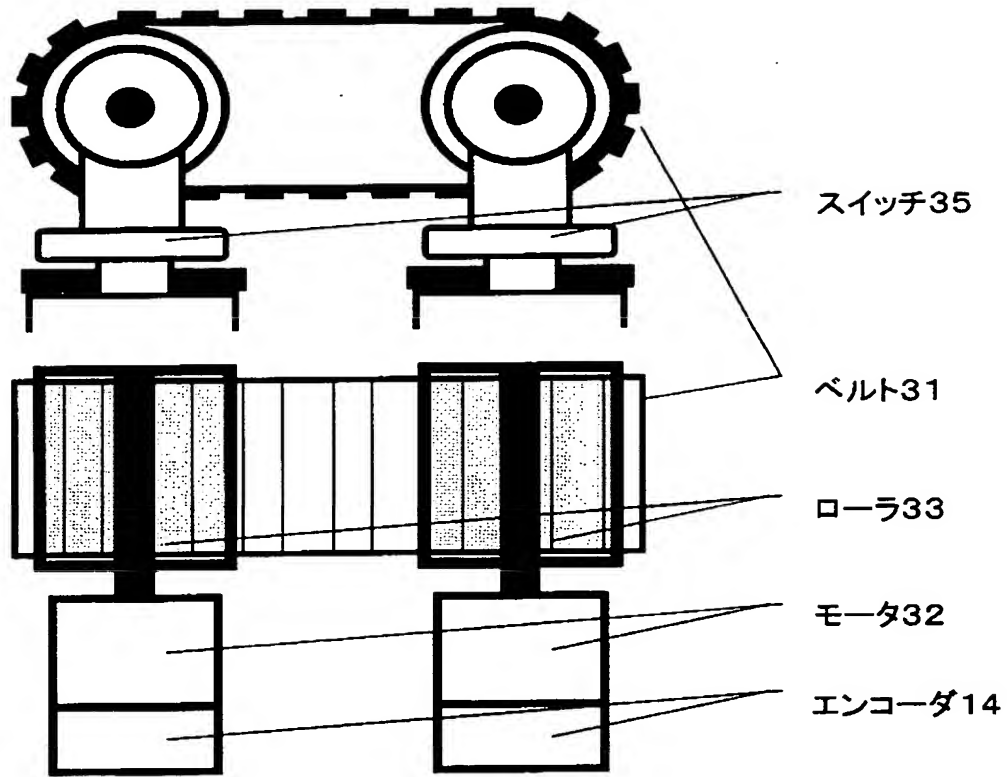
【図 3】

遠隔操作装置の操作方法イメージ図



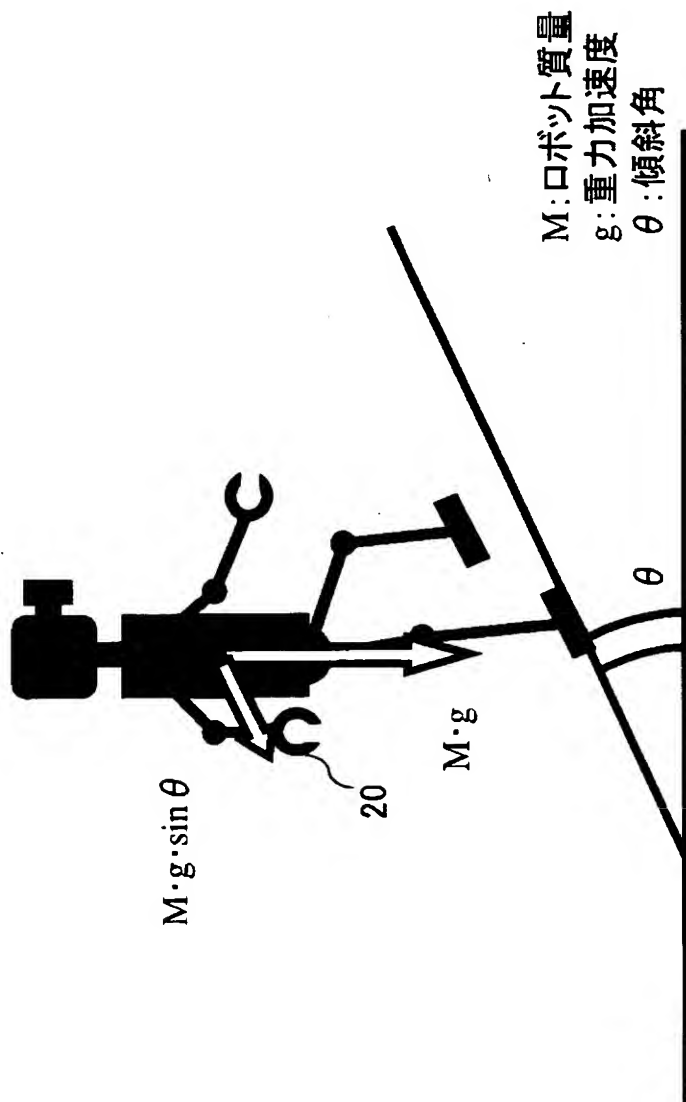
【図 4】

トレッドミルの構造を示す図



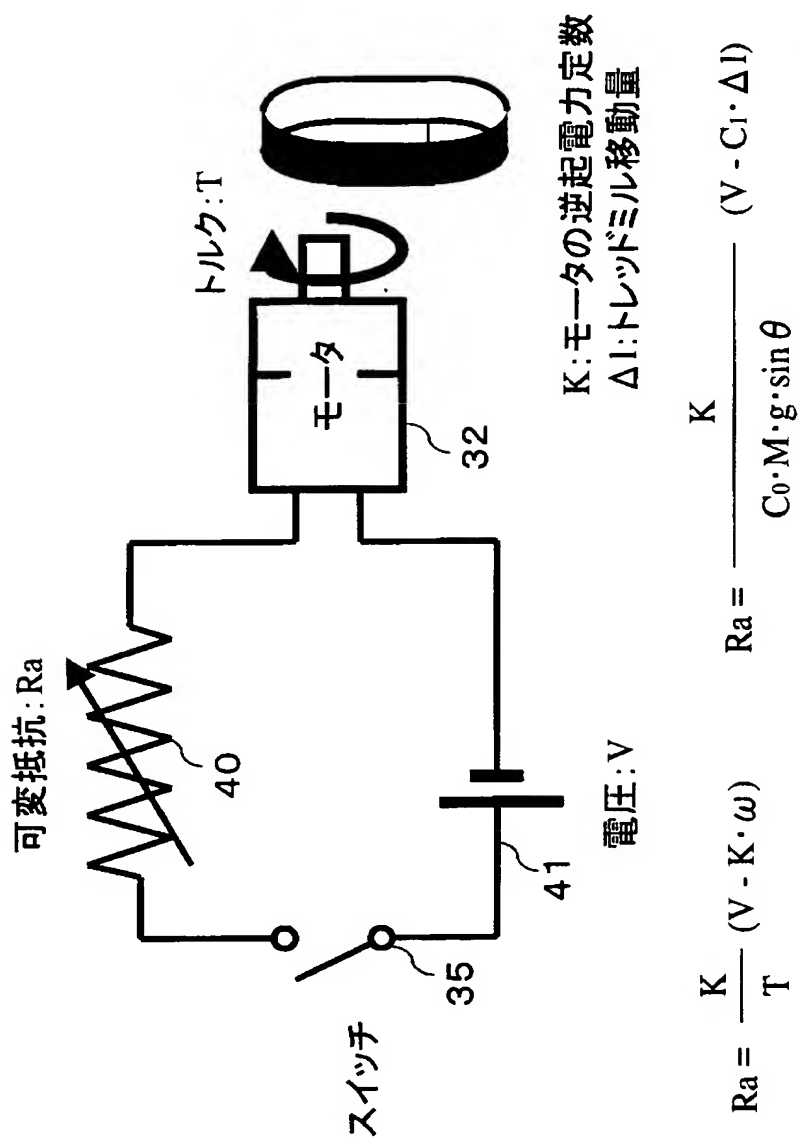
【図 5】

坂道においてロボットにかかる力を示す概略図



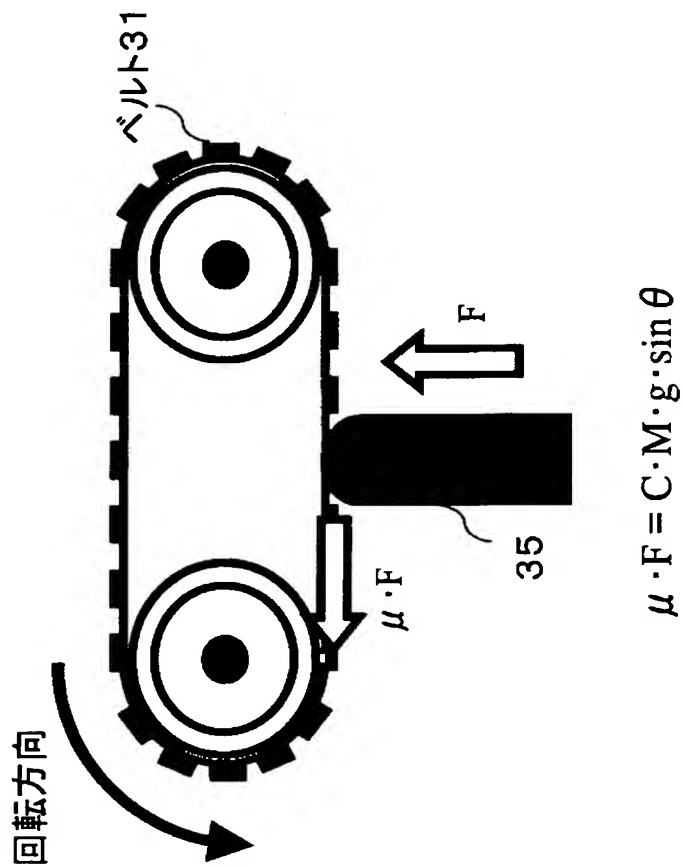
【図 6】

トレッドミルに力をフィードバックするためのモータ周辺の電気回路図



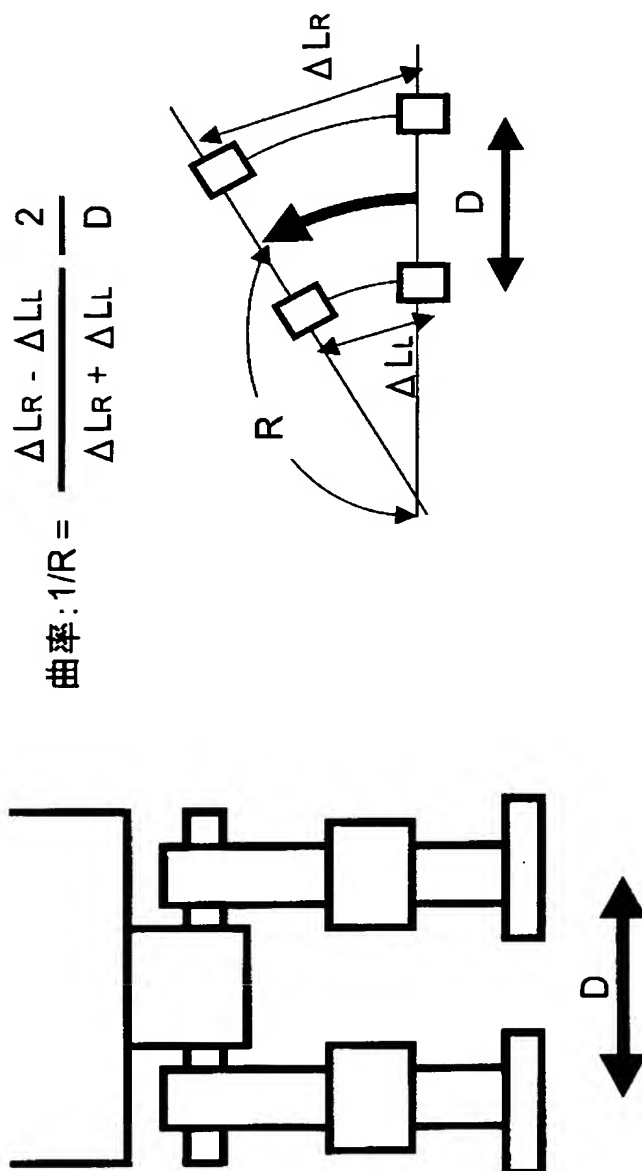
【図 7】

トレッドミルに力をフィードバックする方法を示す図



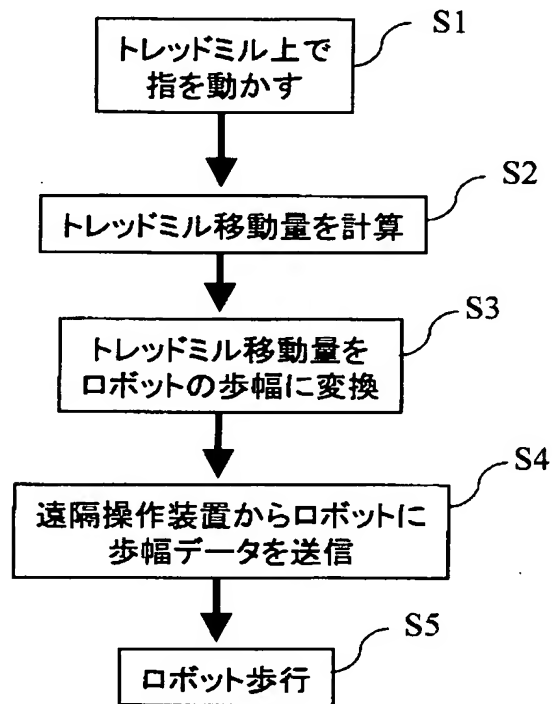
【図 8】

トレッドミル移動量と二足歩行ロボットの足の送りの関係を示す図



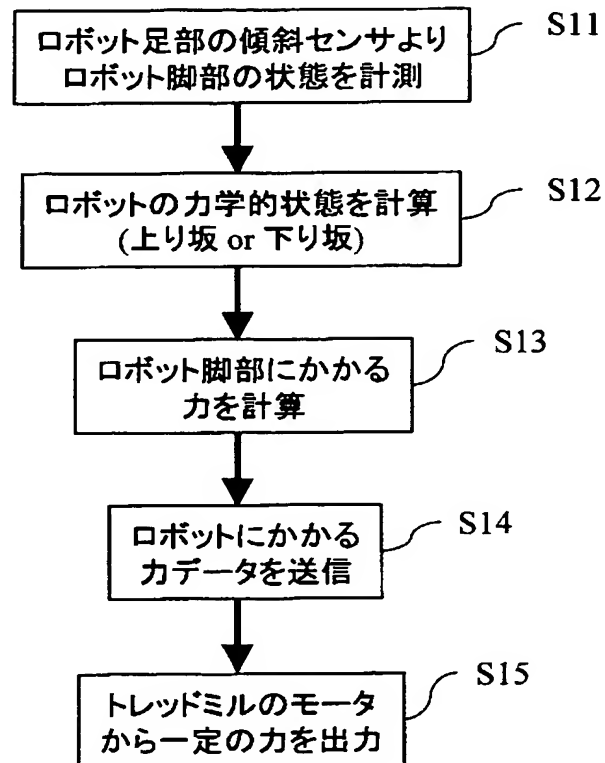
【図 9】

図1に示す遠隔操作システムにおいてロボットの下肢動作を遠隔操作装置により遠隔操作する場合の処理を示すフローチャート



【図 10】

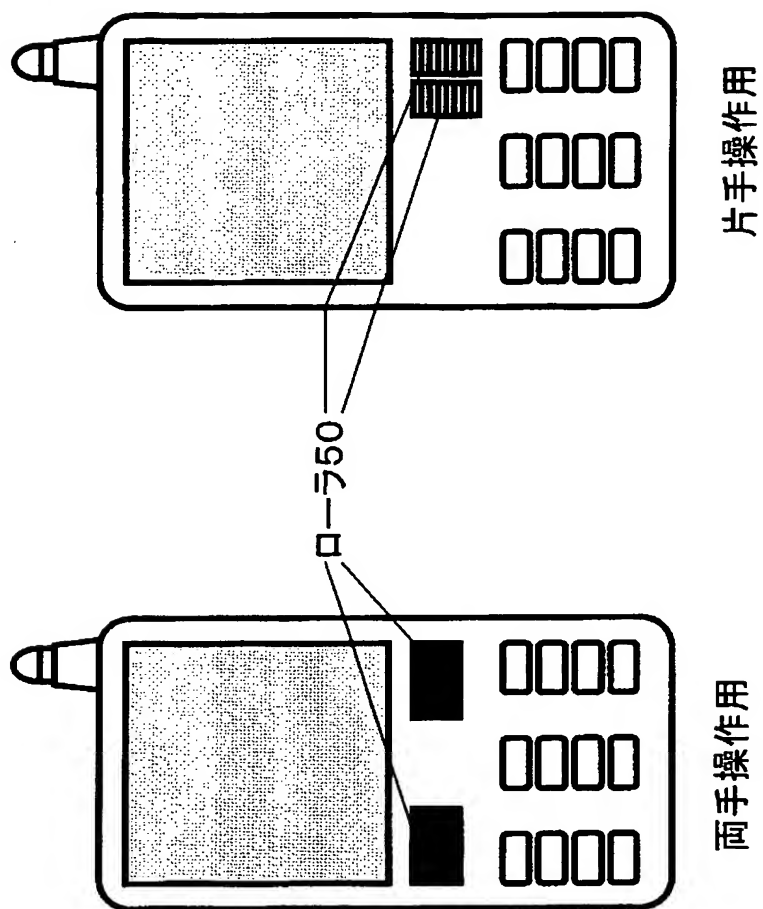
ロボットに搭載された傾斜センサから得られた情報からトレッドミルの動きの粘性をコントロールするまでの処理の流れを示すフローチャート





【図 11】

ローラ搭載の遠隔操作装置の概略図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明の課題は、二足歩行ロボットの遠隔操作装置を手軽なものとし、かつ操作する際の二足歩行ロボットの状態を直感的に認識することができる二足歩行ロボットの遠隔操作システムを提供することである。

【解決手段】 上記課題は、二足歩行ロボットを遠隔操作する遠隔操作装置と、前記遠隔操作装置からのデータに基づいて制御される二足歩行ロボットとを有するロボット遠隔操作システムであって、前記遠隔操作装置と前記二足歩行ロボットとが通信網を介して接続され、前記遠隔操作装置は、前記二足歩行ロボットの左右の脚部をそれぞれ移動させるための動力を与える左右一対の機械的回転機構と、前記左右一対の機械的回転機構の操作によって得られる左右それぞれの機械的回転機構の移動量に相当するデータを前記二足歩行ロボットの制御データとして前記二足歩行ロボットに送信するロボット遠隔操作手段とを備え、前記二足歩行ロボットは、前記遠隔操作装置から送信されてくる前記制御データを受信する制御データ受信手段と、前記制御データを処理して直進移動又は後進移動を行なう下肢動作制御手段とを備えたことを特徴とするロボット遠隔操作システムにて解決される。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 4 1 0 7 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 3 9 2 0 2 6 6 9 3 ]

1. 変更年月日

1 9 9 2 年 8 月 2 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区虎ノ門二丁目 1 0 番 1 号

氏 名

エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 0 年 5 月 1 9 日

[変更理由]

名称変更

住所変更

住 所

東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号

氏 名

株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ